



Perspectivas de investigación

Indicadores bibliométricos de impacto: estudo comparativo entre os índices h e g aplicados aos pesquisadores mais produtivos na temática Estudos Métricos

Deise Deolindo Silva

Faculdade de Tecnologia do Estado de São Paulo
Brasil · mail:deisedeolindo@hotmail.com

Maria Cláudia Cabrini Grácio

Universidade Estadual Paulista
Brasil · cabrini@marilia.unesp.br

Resumo: Analisar o desempenho científico de um investigador, temática, disciplina, área do conhecimento ou país é uma atividade essencial para subsidiar e orientar políticas científicas institucionais ou governamentais. Para tanto, se faz necessário ter critérios de avaliação consistentes e fidedignos ao desempenho do elemento avaliado. Entre os indicadores de impacto presentes na literatura científica, destaca-se o índice h, um parâmetro avaliativo considerado robusto, por avaliar de forma simultânea, os aspectos relativos à produção e ao impacto. No entanto, devido às deficiências apresentadas, diversas variações desse indicador têm sido desenvolvidas no intuito de minimizar as questões levantadas. Nesse sentido, observa-se o índice g, uma variação de h, que vem ganhando visibilidade na avaliação da produtividade científica. Um conjunto de artigos tem índice g se g é o posto mais alto, de modo que os artigos principais têm juntos, pelo menos g^2 citações. O objetivo desta pesquisa é realizar uma análise comparativa entre o índice h e o índice g, a fim de verificar seus desempenhos, propriedades e relações, como indicadores de impacto na comunidade científica. Como procedimento de pesquisa, tomou-se como universo, os 20 autores mais produtivos na revista *Scientometrics*, no período de 35 anos (1980-2014). Levantou-se, na base Scopus, para cada pesquisador, o total de artigos publicados, o número de citações por artigo e o ano de publicação. A partir dos dados levantados, calcularam-se os índices h, g e a razão g/h para cada investigador. Observou-se a tendência de o índice g ser 1,76 vezes maior que o valor de h. Conclui-se que ambos os indicadores cientométricos, h e g, são complementares e auxiliam na identificação de autores com alta produtividade em uma temática e a razão g/h é indicada para comparar pesquisadores com diferentes tempo de publicação. Percebe-se, assim, a relevância dos procedimentos na mensuração do impacto científico.

Palavras-chave: Estudos Métricos da Informação; Análise de Domínio; Fundamentos Teóricos e Metodológicos dos Estudos Métricos no Brasil.

Abstract: Analyzing the scientific performance of an investigator, theme, subject, knowledge area or country is an essential activity to support and guide scientific institutional or governmental policies. Therefore, it is necessary to have evaluation criteria, which are consistent and reliable in relation to the assessed element performance. Among the impact indicators in the scientific literature, there is the h-index, an evaluation parameter which is considered robust for evaluating simultaneously the aspects related to the production and the impact. However, due to deficiencies which were presented, several variations of this indicator have been developed in order to minimize the raised issues. In this sense, the g-index was observed, a variation of h, which is becoming more known in the evaluation of scientific production. A set of articles has g-index, if g is the highest rank; so, the main articles have together, at least, g^2 citations. The objective of this research is to conduct a comparative analysis between the h-index and g-index in order to verify their performances, properties and relationships, as impact indicators in the scientific community. As a research procedure, the 20

most productive authors in the Scientometrics magazine were considered, the 35-year period (1980-2014). For each researcher, the Scopus database presented the total of published articles, the number of citations per paper and the year of publication. From the data gathered, we calculated the indexes h , g and g/h ratio for each investigator. We observed a tendency of the g -index to be 1.76 times greater than the h value. We concluded that both scientific indicators, h and g , are complementary and help to identify authors who have high productivity in a theme, and the g/h ratio is indicated to compare researchers, who have different time of publication. Therefore, it is clear the relevant procedures in measuring scientific impact.

Keywords: Metric Information Studies; Domain Analysis; Theoretical Foundations and Methodological of Metric Studies in Brazil.

Introdução

Conhecer o desempenho científico de um investigador, temática, disciplina, área do conhecimento ou país é uma atividade essencial para subsidiar e orientar políticas científicas institucionais ou governamentais. No entanto, se faz necessário ter critérios de avaliação consistentes e fidedignos ao desempenho do elemento avaliado, considerando na análise aspectos qualitativos e quantitativos.

Entre os indicadores de impacto presentes na literatura científica, destaca-se o índice h , um parâmetro avaliativo considerado robusto, por avaliar de forma simultânea, os aspectos relativos à produção (quantidade de artigos produzidos) e ao impacto (número de citações). Hirsch (2005) apresenta o índice h de um cientista, como o valor h tal que " h de seus N_p artigos têm pelo menos de h citações cada e os outros ($N_p - h$) artigos têm não mais que h citações cada".

O cálculo deste indicador é simples e seu desempenho tem se mostrado melhor do que o de outros indicadores, quando considerados de forma isolada. Além desses aspectos, o índice não é influenciado por um conjunto de poucas citações, nem por artigos altamente citados; permite caracterizar a produtividade científica de um pesquisador com objetividade; pode ter utilidade na tomada de decisões sobre promoções, alocação de verbas e atribuição de prêmios; permite prever o desempenho futuro de um pesquisador com capacidade de previsão superior à de outros índices (EGGHE (2010); FAPESP (2013); HIRSCH (2005); HIRSCH (2007)).

Na literatura científica, observam-se estudos que discutem questões relativas ao índice h , como sua unidade de medida, significado e interpretação. Egghe (2010) questionou sobre o que o índice h mensura, pois não é uma média, não é um percentil, não é uma fração. Do ponto de vista do autor, é uma medida de performance, impacto, visibilidade e qualidade totalmente nova.

Observa-se que esse índice: não deve ser utilizado para comparar pesquisadores de áreas do conhecimento diferentes; pode atribuir vantagens para aqueles que têm maior tempo de titulação; pode ser manipulado por meio de autocitações; dá a livros o mesmo peso que dá aos artigos, tornando complicado comparar pesquisadores de áreas em que há a cultura de publicar os resultados de pesquisa em livros, como as humanidades; não considera o contexto das citações; não faz distinção entre um artigo feito por um pesquisador ou um pequeno grupo de colaboradores e um artigo com centenas de autores, cuja participação individual é difícil de avaliar (EGGHE, 2010, FAPESP, 2013).

Os autores podem aumentar seu índice h por meio de um incremento no número de citações recebidas, mesmo que não haja novos artigos publicados (SHING; KUMAR, 2014). Todavia, o índice h apresenta sempre um limite: o valor máximo que ele pode atingir é igual ao total de artigos publicados pelo pesquisador, ou seja, $h \leq N_p$, para N_p igual ao número de artigos publicados pelo pesquisador.

Devido às deficiências apresentadas, diversas variações desse indicador têm sido desenvolvidas no intuito de minimizar ou dirimir os problemas e questões levantadas. Nesse sentido, Egghe (2010) desenvolveu uma variação de h denominada índice g . O autor define que "um conjunto de artigos tem índice g se g é o posto mais alto, de modo que os artigos principais têm juntos, pelo menos g^2 citações".

Segundo Egghe (2010), a métrica g tem a propriedade índice $g \geq$ índice h , pois o indicador g considera em sua estrutura a quantidade de citações recebidas pelo grupo

de artigos mais citados, ao passo que o *índice h* não as considera. O autor considera que essa característica supera uma das desvantagens de *h*.

O autor supracitado diz que o *índice h* não consegue distinguir dentre os autores com mesmo índice, aqueles que têm mais artigos citados. Burrell (2007) afirma que para autores com elevado tempo de dedicação à pesquisa, os indicadores em questão, são proporcionais.

Shing e Kumar (2014) apontam que, na literatura, a métrica *g* vem ganhando popularidade e visibilidade na avaliação da produtividade científica. Estes autores desenvolveram uma análise comparativa do desempenho dos índices *h* e *g*, com investigadores da área de Física, na qual observaram que o valor de *g* é 1,5 vezes maior que o de *h*.

Considerando o exposto, esta pesquisa teve como objetivo realizar uma análise comparativa entre o índice *h* e o índice *g*, em especial, propôs-se analisar a razão *g/h*, suas propriedades, relações, determinar o intervalo de confiança para a média do quociente *g/h* e verificar o desempenho de tais indicadores de impacto na comunidade científica, tomando como universo de aplicação os investigadores mais produtivos em "Estudos Métricos", temática consignada à área de Ciência da Informação.

Conforme Grácio e Oliveira (2010), "Estudos Métricos" compreende o conjunto de estudos relacionados à avaliação da ciência produzida nos diferentes suportes, baseados em recursos quantitativos como ferramentas de análise. Conforme o suporte analisado podem ser designados como estudos bibliométricos, cientométricos, webométricos e, em muitas situações, assume como sinônimo informetria. Essa temática tem como fundamentação teórica conceitos oriundos da Matemática, Estatística, Computação e, também, da Sociologia da Ciência.

Esta pesquisa se justifica pela contribuição para o aprofundamento da análise dos índices do tipo *h* de Hirsch, da relação entre os mesmos e também para a compreensão desses indicadores como descritores da trajetória acadêmica de um pesquisador na temática: Estudos Métricos.

Procedimentos Metodológicos

Tomou-se como universo, os 20 autores mais produtivos na revista *Scientometrics*, no período de 35 anos (1980-2014), com pelo menos 20 artigos científicos publicados. Levantou-se, na base Scopus, no período de 6 a 10 de fevereiro de 2015, para cada pesquisador, o total de artigos publicados, o número de citações por artigo e o ano de publicação. A partir dos dados levantados, calcularam-se os índices *h*, *g* e a razão *g/h* de cada investigador.

A fim de exemplificar, apresenta-se, na Tabela 1, o cálculo dos índices *h* e *g* para o pesquisador Egghe. Para este pesquisador, recuperaram-se na base Scopus 47 artigos e as respectivas quantidades de citações recebidas, assim $N_p = 47$. Para o cálculo do índice *h*, é necessário colocar em ordem crescente o número de artigos (de 1 a 47) e em ordem decrescente o número de citações e verificar qual é o valor *h* tal que *h* dos N_p (igual a 47) artigos de Egghe têm pelo menos de *h* citações cada e os outros ($N_p - h$) artigos têm não mais que *h* citações cada. Para esse exemplo, identifica-se que Egghe tem $h = 11$, pois tem 11 artigos com pelo menos 11 citações cada e seus outros 36 artigos não têm mais que 11 citações cada.

Para o cálculo do índice *g* é necessário que se tenha a frequência acumulada das citações e o número de cada artigo elevado ao quadrado (N_i^2). O índice *g* é o posto mais alto, de modo que os artigos principais têm juntos, pelo menos g^2 citações. Logo, para este exemplo, $g = 32$, pois Egghe escreveu 32 artigos que têm, conjuntamente, pelo menos 1024 citações.

Neste exemplo, o valor de $g = 32$ e de $h = 11$, confirmando a propriedade apresentada por Egghe (2010): $\text{índice } g \geq \text{índice } h$.

Para prosseguir com as análises desses indicadores bibliométricos, propôs-se encontrar a razão entre os índices *g* e *h*, a fim de verificar o quão maior é o primeiro em relação ao segundo; verificar se a métrica *g* fornece maior peso ao impacto dos artigos.

Sugeriu-se verificar o comportamento da distribuição do número de autores por faixa de g/h e determinar o Intervalo de Confiança para a razão $- IC\left(\frac{g}{h}, \alpha\%\right)$. Como amostra obtida para esta análise é 20 e a variância é desconhecida utilizou-se o seguinte Intervalo de Confiança:

$$IC\left(\frac{g}{h}, \alpha\%\right) = \left[\frac{\bar{g}}{h} - t_{\frac{\alpha}{2}} \frac{s}{\sqrt{n}}; \frac{\bar{g}}{h} + t_{\frac{\alpha}{2}} \frac{s}{\sqrt{n}}\right]$$

Magalhães e Lima (2002) dizem que este método de estimação, denominado Intervalo de Confiança, incorpora, à estimativa pontual do parâmetro informações a respeito de sua variabilidade.

Além destas medidas, calculou-se a média, o desvio padrão, o máximo, o mínimo, o coeficiente de variação e a correlação de Pearson para os indicadores.

Tabela 1. Cálculo dos índices h e g para o pesquisador Egghe.

Índice h		Índice g	
Número de Artigos (N_i)	Citações	Frequência Acumulada das Citações	N_i^2
1	524	524	1
2	167	691	4
3	48	739	9
4	39	778	16
5	31	809	25
6	27	836	36
7	23	859	49
8	17	876	64
9	14	890	81
10	13	903	100
11	12	915	121
12	11	926	144
13	11	937	169
14	10	947	196
15	10	957	225
16	9	966	256
17	8	974	289
18	8	982	324
:	:	:	:
29	3	1040	841
30	3	1043	900
31	2	1045	961
32	2	1047	1024
33	2	1049	1089
34	2	1051	1156
35	2	1053	1225
:	:	:	:
46	0	1062	2116
47	0	1062	2209

Fonte: elaborado pelas autoras.

Análise e interpretação dos resultados

A Tabela 2 apresenta, para cada um dos 20 investigadores mais produtivos na revista *Scientometrics* no período de 1980 a 2014, os indicadores bibliométricos de impacto - índice h e índice g - assim como a razão entre eles e o tempo de publicação na revista, em ordem decrescente em função do índice h . Apresenta também as estatísticas descritivas para cada indicador presente na tabela.

Ao analisar o comportamento do índice h entre os pesquisadores analisados, a partir da Tabela 2, verifica-se que Glänzel tem o maior índice h ($h=36$), embora não seja o autor com maior tempo de publicação na revista. O autor publica na *Scientometrics* há 31 anos e outros 3 autores - Schubert, Braun e Leydesdorff - publicam na revista há 33 anos, com valores de índice h menores. Em contrapartida, Gupta tem o menor índice ($h = 5$), publica há 12 anos nessa revista, um período relativamente menor quando comparado ao primeiro pesquisador.

O índice h médio dos pesquisadores está em torno de 15, ou seja, eles têm pelo menos 15 artigos com pelo menos 15 citações cada. Além disso, pode-se dizer que a dispersão do grupo é 7,4 artigos com pelo menos 7,4 citações cada.

Ao analisar os valores do índice g para o conjunto de pesquisadores analisados, identifica-se que, similarmente ao índice h , Glänzel tem o maior índice g ($g = 60$) e Gupta tem o menor ($g = 6$). O índice g médio dos autores é 26, este é o maior número, nos quais os artigos mais citados receberam conjuntamente, pelo menos 676 citações (26^2 citações). A variabilidade do grupo foi analisada por meio do desvio padrão ($s = 14,2$), o valor encontrado é praticamente o dobro do obtido para o índice h .

A fim de se verificar se há tendência de associação entre o índice h e o índice g e o tempo de publicação do investigador no periódico, elaboraram-se os gráficos presentes na Figura 1, nos quais são apresentados a média e o desvio padrão do índice h e índice g em função da quantidade de tempo que o autor publica na revista, expresso em períodos de 10 anos.

Observa-se que há uma tendência significativa de correlação entre a tendência média do índice h em relação aos intervalos de período de tempo nos quais o investigador publica na revista analisada, uma vez que conforme aumenta o tempo de publicação na revista, incrementa-se também o índice h . Desse modo, há uma tendência de quanto mais experiente é o autor na temática estudada, maior será o seu índice h . Em relação ao desvio padrão, observa-se que entre os autores mais principiantes na revista, a dispersão do índice h é menor e à medida que passa o tempo, cresce a dispersão dos valores do índice h entre os pesquisadores, evidenciando assim que o valor do índice h é mais disperso entre os pesquisadores com mais tempo de publicação na revista. A dispersão entre os pesquisadores que publicam há 30 anos ou mais é 3 vezes maior que a dispersão daqueles que publicam há mais de 10 e menos de 30 anos, na revista.

Como ilustração, apresentam-se os autores que publicam 30 anos ou mais, o desvio padrão desse grupo é 10,5 artigos com pelo menos 10,5 citações cada. O pesquisador Kretschmer tem o menor índice h ($h = 8$) e como expoente dessa faixa aponta-se Glänzel com $h = 36$, ambos publicam na revista há 31 anos, a discrepância entre os índices desses investigadores foi, portanto, refletida no desvio padrão dessa faixa de tempo.

Observa-se um comportamento exponencial do índice g por faixa de tempo de publicação. Desse modo, quanto mais antigo o autor em uma temática, mais citações ele acumula. As interpretações referentes ao desvio padrão são similares às obtidas para o índice h .

Outra estatística relevante na análise e interpretação dos resultados é a Correlação de Pearson. Para a amostra analisada, encontrou-se que uma correlação forte e positiva ($r = 0,96$) entre os índices h e g , ou seja, à medida que o índice h aumenta, o índice g aumenta fortemente.

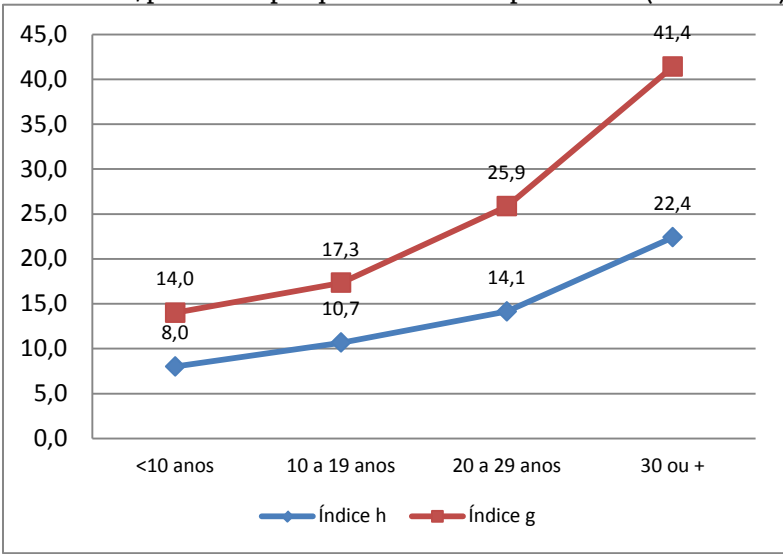
Ainda com o objetivo de identificar a relação entre os índices h e g , foi calculada a razão g/h para o conjunto de pesquisadores analisados. Observa-se que, em média, a razão entre g/h é 1,76, isto significa que o índice g é 1,76 vezes maior que o índice h dos pesquisadores analisados, ou seja, o índice g é 76% maior que o índice h .

Tabela 2. Índice h, índice g, razão g/h e tempo de publicação para os 20 autores mais produtivos na revista *Scientometrics* (1980 a 2014), com respectivas estatísticas descritivas.

Pesquisador	Índice h	Índice g	Razão g/h	Tempo t (anos)
Glänzel, W.	36	60	1,7	31
Schubert, A.	28	59	2,1	33
Braun, T.	21	40	1,9	33
Van Raan, A.F.J.	19	36	1,9	26
Leydesdorff, L.	19	32	1,7	33
Moed, H.F.	18	32	1,8	29
Rousseau, R.	14	25	1,8	27
Vinkler, P.	14	22	1,6	26
Meyer, M.	14	22	1,6	16
Thelwall, M.	12	22	1,8	12
Lewison, G.	12	19	1,6	23
Bar-Ilan, J.	12	19	1,6	17
Egghe, L.	11	32	2,9	28
Moya-Anegón, F.	11	19	1,7	16
Garg, K.C.	11	15	1,4	29
Guan, J.	10	16	1,6	10
Kretschmer, H.	8	16	2,0	31
Abramo, G.	8	14	1,8	6
D'Angelo, C.A.	8	14	1,8	6
Gupta, B.M.	5	6	1,2	12
Média	15	26,0	1,76	22,2
Desvio Padrão	7,4	14,2	0,3	9,3
Máximo	36	60	2,9	33
Mínimo	5	6	1,2	6
C.V.	51%	55%	17%	42%

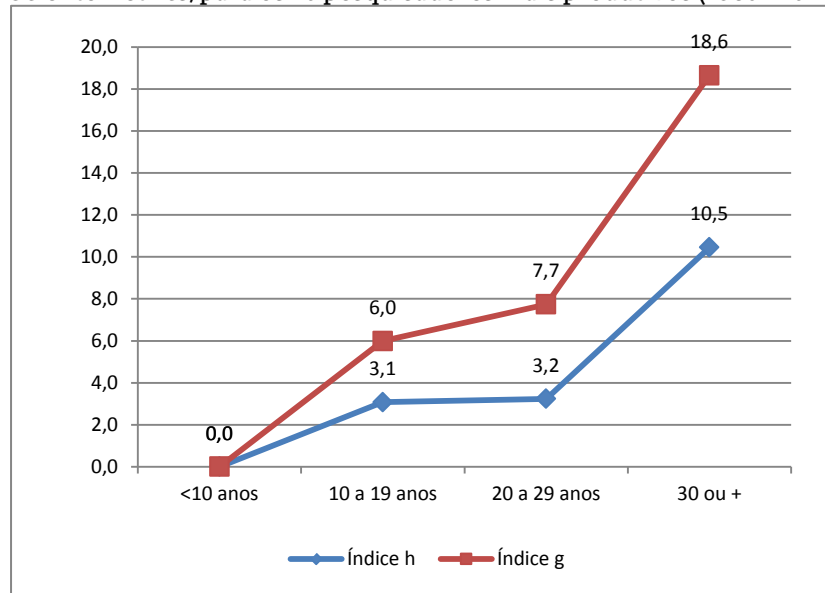
Fonte: elaborado pelas autoras.

Figura 1a. Média dos índices h e g por intervalo de tempo de publicação na *Scientometrics*, para os 20 pesquisadores mais produtivos (1980 - 2014)



Fonte: elaborado pelas autoras.

Figura 1b. Desvio padrão dos índices h e g por intervalo de tempo de publicação na *Scientometrics*, para os 20 pesquisadores mais produtivos (1980 - 2014)



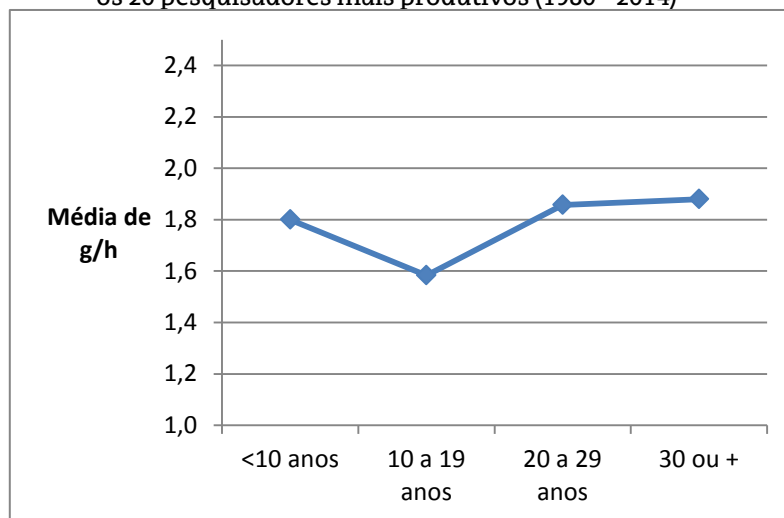
Fonte: elaborado pelas autoras.

É relevante destacar que, para o autor Glänzel, o índice g é 60 e h é 36, obtendo uma razão de 1,7, muito próxima ao valor médio. Ao verificar os índices de Schubert verifica-se que $h = 28$, $g = 59$ e $g/h = 2,1$, conclui-se que o valor do índice g é o dobro do índice h , ou seja, as citações recebidas pelos artigos mais citados (59 artigos) é o dobro do valor de h , no qual 28 artigos tiveram pelo menos 28 citações cada. Portanto, pode-se dizer que este autor escreveu artigos de alto impacto e esta informação foi refletida no índice g , como dito anteriormente, h não considera as citações recebidas pelos artigos, enquanto g sim.

Pode-se salientar, também, o pesquisador Egghe que tem índices g , h e g/h , respectivamente, 32, 11 e 2,9 refletindo que, apesar de não ter índice h alto, ele escreveu artigos com impacto significativo e, esse foi refletido no seu índice g , por isso, a razão entre os indicadores está próxima de 3.

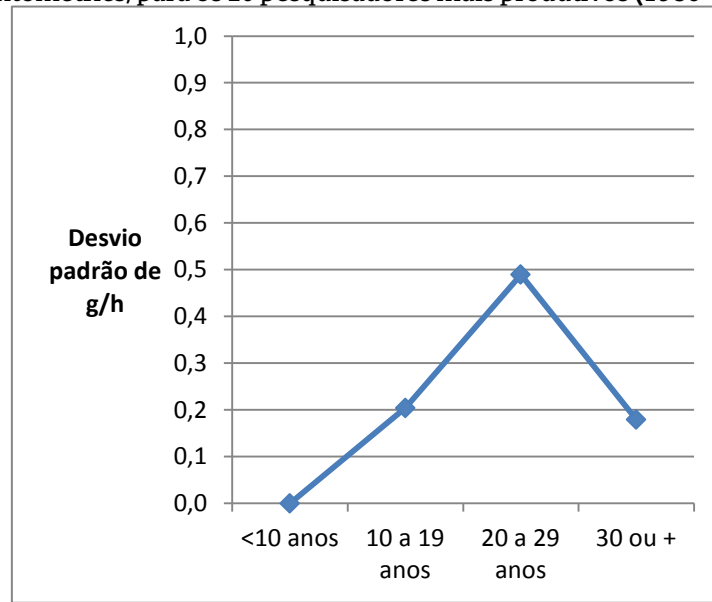
Para analisar a performance da razão g/h por período de publicação na *Scientometrics* elaboraram-se os gráficos presentes na Figura 2, em que são apresentados a média e o desvio padrão da razão g/h por período de publicação.

Figura 2a. Média da razão g/h por período de publicação na *Scientometrics*, para os 20 pesquisadores mais produtivos (1980 - 2014)



Fonte: elaborado pelas autoras.

Figura 2b. Desvio padrão da razão g/h por período de publicação na Scientometrics, para os 20 pesquisadores mais produtivos (1980 - 2014).



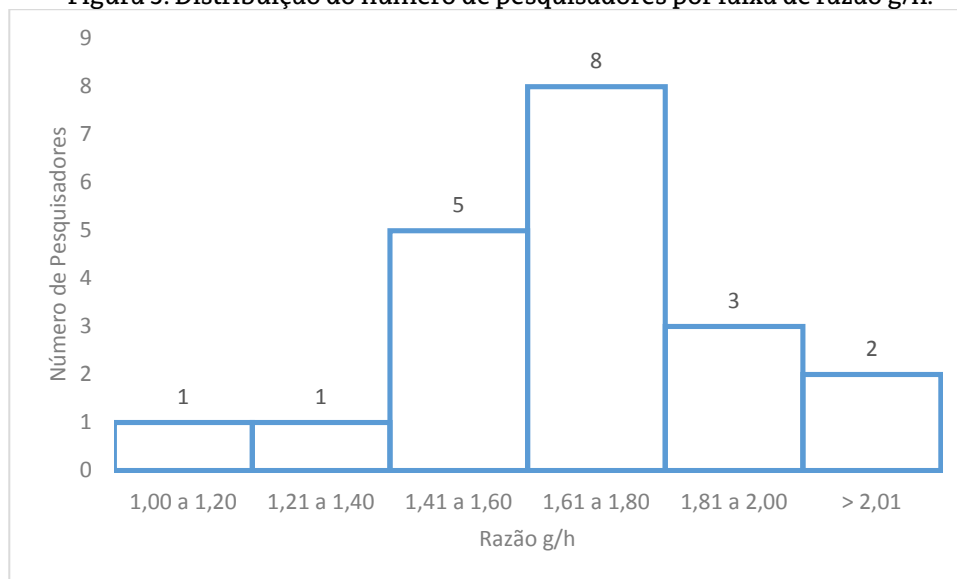
Fonte: elaborado pelas autoras.

Conclui-se que a razão g/h tende a apresentar um comportamento similar entre os intervalos de tempo de publicação na revista. O maior quociente ($g/h = 1,9$) é observado para aqueles autores que publicam na revista por 20 ou mais anos e o menor valor ($g/h = 1,6$) para a faixa de 10 a 19 anos. Os autores que publicam de 20 a 29 anos apresentam maior dispersão em relação à razão g/h ($s = 0,5$). Para a amostra analisada, encontrou-se que uma Correlação de Pearson fraca ($r = 0,3$) entre o tempo e a razão g/h , ou seja, à medida que tempo aumenta, o quociente aumenta fracamente.

Esse resultado sugere que este indicador pode possibilitar a comparação entre autores com tempos de publicação distintos, uma vez que ele elimina a influência do tempo dos índices g e h . Além disso, é possível observar o quão o índice g é maior que o índice h , comprovando que o primeiro indicador consegue identificar os artigos altamente citados, enquanto o segundo não valoriza tais citações.

A seguir é sumarizado, por meio da Figura 3, o número de pesquisadores por faixas de razão g/h .

Figura 3: Distribuição do número de pesquisadores por faixa de razão g/h .



Fonte: elaborado pelas autoras.

Verifica-se que 90% dos investigadores analisados apresentam razão g/h maior que 1,4. Além disso, desse percentual, 40% tem razão entre 1,61 e 1,8 e 10% apresentam quociente acima de 2.

Como salientado Egghe tem g/h = 2,9 o que significa que seu índice g é 190% maior que seu índice h. Similarmente Schubert tem g/h = 2,1, ou seja, g é 110% maior que h. Sinaliza que esses autores expoentes, com maiores razões g/h têm alguns de seus artigos altamente citados, informação absorvida pelo índice g, mas nem todos os artigos publicados têm a mesma tendência de citação e, por isso, o índice h não aumenta.

O formato da Figura 3 sinaliza que a razão g/h do número de pesquisadores por faixa pode ser ajustado pela distribuição Normal, por isso, pode-se encontrar o Intervalo de Confiança para a média deste indicador (IC(g/h, %)), considerando o tamanho da amostra n = 20 e a variância é desconhecida, obtém-se o seguinte Intervalo de Confiança:

$$IC\left(\frac{g}{h}, \alpha\%\right) = \left[\frac{\bar{g}}{h} - t_{\frac{\alpha}{2}} \frac{s}{\sqrt{n}}; \frac{\bar{g}}{h} + t_{\frac{\alpha}{2}} \frac{s}{\sqrt{n}}\right] = [1,60; 1,90]$$

Conclui-se que o valor verdadeiro do parâmetro g/h deva pertencer ao IC(g/h, 95%), com nível de significância de 5%. O que significa que o verdadeiro valor para a razão g/h deve variar entre 1,60 e 1,90.

Complementando essa análise, observa-se das informações coletadas que somente 4 pesquisadores não têm sua razão g/h contidas neste intervalo, a saber: Gupta (1,2), Garg (1,4), Schubert (2,1), Egghe (2,9), dois com razões abaixo do limite inferior e dois acima do limite superior do intervalo obtido.

Considerações finais

Verifica-se que o índice h retrata bem o desempenho científico de investigadores em uma determinada temática. Observa-se que este indicador não valoriza artigos altamente citados e nem aqueles com poucas citações. Em contrapartida, o índice g atribui maior peso ao número de citações que o artigo recebeu. Desse modo, considera-se que os indicadores h e g conseguem identificar o impacto do pesquisador e são complementares em uma possível avaliação.

A razão g/h pode auxiliar e/ou complementar a avaliação de um autor quando são analisados pesquisadores com diferentes tempos de publicação em um determinado periódico, visto que esse quociente elimina a influência do tempo.

Portanto, para retratar de forma fidedigna o desempenho científico de um pesquisador, temática, disciplina, área do conhecimento ou país é indicado utilizar uma combinação desses indicadores à análise realizada.

Sugere-se que a pesquisa em questão seja realizada com outras relações entre os índices h e g, considerando também outras bases de dados e se estenda a outras temáticas, a fim de se verificar se os comportamentos observados nesta pesquisa são dependentes da área estudada ou representam características mais gerais desses índices.

Referências

Burrell, Q. L. (2007). *Hirsch's h-index and Egghe's g-index*. In D. Torres-Salinas & H. F. Moed (Eds.), *Proceedings of ISSI 2007.11ª Conferência Internacional da Sociedade Internacional de Cienciometria e Informetria*, 162-169.

Egghe, L. (2010). *The Hirsch-Index and Related Impact Measures*. Disponível em: <https://uhdspace.uhasselt.be/dspace/bitstream/1942/10289/2/Measures%202.pdf>. Acesso em: 15 set 2014.

FAPESP. *Os limites do índice h: supervalorização do indicador que combina qualidade e quantidade da produção científica gera controvérsia*. Revista Pesquisa Fapesp, p. 35-39, 2013.

Gracio, M. C. C, Oliveira, E. F. T. de. (2010). *Comparando el índice h con otros indicadores bibliométricos en el tema "Estudios Métricos" en el SciELO, en Ciencia de la Información*. Ibersid, pp. 123-129.

Hirsch, J. E. (2005). *An index to quantify an individual's scientific research output*.

Hirsch, J. (2007). *Does the h index have predictive power?* Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America 104, pp.19193-19198.

Magalhães, M. N.; Lima, A. C. P. (2002). *Noções de probabilidade e estatística*. 4 ed. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo.

Shing, M.; Kumar, S. (2014). Application of h and g indices to Quantify Scientific Productivity of Physicists at JNU, India, *Library Philosophy and Practice* (e-journal), p. 1028. Disponível em: <https://digitalcommons.unl.edu/libphilprac/1028>. Acesso em: 30 jan 2015.